

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-039634  
 (43)Date of publication of application : 12.02.1999

(51)Int.CI. G11B 5/66  
 G11B 5/85

(21)Application number : 09-189617

(71)Applicant : HITACHI LTD  
 HITACHI MAXELL LTD

(22)Date of filing : 15.07.1997

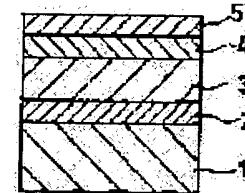
(72)Inventor : KIRINO FUMIYOSHI  
 INABA NOBUYUKI  
 AKAGI KYO  
 KOISO YOSHITSUGU  
 FUTAMOTO MASAAKI

## (54) MAGNETIC DISK AND ITS PRODUCTION

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress abnormal growth of a magnetic film formed on a resin substrate and to permit stable recording and reproducing by applying a metal thin film of a metal element having a bcc or hcp crystalline structure on a resin substrate, and then forming a magnetic recording film thereon.

SOLUTION: A metal coating film 2, an orientation controlling film 3, a magnetic film 4 and a protective film 5 are successively deposited by sputtering on a resin substrate 1. As for the metal element for the metal coating film 2, at least one of Ti, Ta, Zr, Nb, W, Mo is used. The metal thin film of this metal coating film 2 is preferably a fine particle or amorphous state. Thereby, the roughness pattern of the magnetic disk substrate can be controlled to  $\leq 5$  nm peak-to-peak in the perpendicular direction to the film surface and to  $\geq 1$   $\mu$ m period parallel to the film surface. Therefore, a magnetic head can stably float on the magnetic disk.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

特開平11-39634

(43)公開日 平成11年(1999)2月12日

(51) Int. Cl. 6  
G11B 5/66  
5/85

識別記号

F I  
G11B 5/66  
5/85

2

審査請求 未請求 請求項の数12 ○L (全10頁)

(21)出願番号 特願平9-189617  
(22)出願日 平成9年(1997)7月15日(71)出願人 000005108  
株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地  
(71)出願人 000005810  
日立マクセル株式会社  
大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号  
(72)発明者 桐野 文良  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内  
(72)発明者 稲葉 信幸  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内  
(74)代理人 弁理士 平木 祐輔

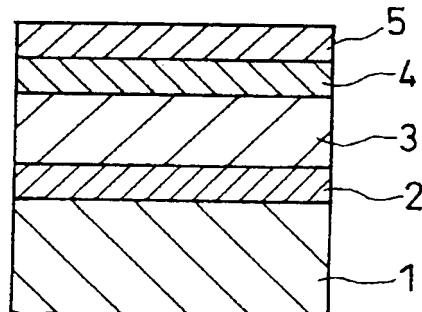
最終頁に続く

(54)【発明の名称】磁気ディスク及びその製造方法

## (57)【要約】

【課題】樹脂基板上に形成される磁性膜の異常成長を抑制し、安定した記録再生を行うことのできる高信頼性の磁気ディスクを提供する。

【解決手段】樹脂基板1上に金属の薄膜2、配向性制御膜3、磁性膜4、保護膜5の順に形成する。



## 〔特許請求の範囲〕

〔請求項1〕樹脂基板上に少なくとも、金属の薄膜と、配向性制御膜と、磁気記録膜と、保護膜とが、この順序で形成されていることを特徴とする磁気ディスク。

〔請求項2〕樹脂基板上に少なくとも、無機化合物の誘電体からなる表面エネルギー制御膜と、金属の薄膜と、配向性制御膜と、磁気記録膜と、保護膜とが、この順序で形成されていることを特徴とする磁気ディスク。

〔請求項3〕前記表面エネルギー制御膜は、窒化シリコン、酸化シリコン、酸化アルミニウム、酸化クロム、窒化チタン、窒化タンタルのうちから選ばれる少なくとも1種類の材料からなることを特徴とする請求項2記載の磁気ディスク。

〔請求項4〕前記金属の薄膜は、結晶構造が $b\text{ c }c$ 又は $h\text{ c }p$ である金属元素からなることを特徴とする請求項1、2又は3記載の磁気ディスク。

〔請求項5〕前記金属の薄膜は、Ti, Ta, Zr, Nb, W, Moのうちより選ばれる少なくとも1種類の元素からなることを特徴とする請求項1、2又は3記載の磁気ディスク。

〔請求項6〕前記金属の薄膜の組織が微粒子もしくは非晶質に近い構造であることを特徴とする請求項1、2又は3記載の磁気ディスク。

〔請求項7〕表面凹凸が、膜面に垂直方向に $5\text{ nm p-p}$ 以下、膜面方向の周期が $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項1～6のいずれか1項記載の磁気ディスク。

〔請求項8〕少なくとも樹脂基板と磁気記録膜とを備える磁気ディスクの製造方法において、樹脂基板上に金属の薄膜を形成した後に、磁気記録膜を形成することを特徴とする磁気ディスクの製造方法。

〔請求項9〕少なくとも樹脂基板と磁気記録膜とを備える磁気ディスクの製造方法において、樹脂基板の表面エネルギーをガラス基板あるいは表面にNiP層を形成したAl基板の表面エネルギーと同等の値になるように制御するための表面エネルギー制御膜を設けた後、金属の薄膜を形成し、その後磁気記録膜を形成することを特徴とする磁気ディスクの製造方法。

〔請求項10〕請求項9記載の磁気ディスクの製造方法において、前記表面エネルギー制御膜として、窒化シリコン、酸化シリコン、酸化アルミニウム、酸化クロム、窒化チタン、窒化タンタルのうちから選ばれる少なくとも1種類の材料層を用いることを特徴とする磁気ディスクの製造方法。

〔請求項11〕前記金属として、結晶構造が $b\text{ c }c$ 又は $h\text{ c }p$ である金属元素を用いることを特徴とする請求項8、9又は10記載の磁気ディスクの製造方法。

〔請求項12〕前記金属として、Ti, Ta, Zr, Nb, W, Moのうちより選ばれる少なくとも1種類の元素を用いることを特徴とする請求項8、9又は10記載の磁気ディスクの製造方法。

2 載の磁気ディスクの製造方法。

## 〔発明の詳細な説明〕

## 〔0001〕

〔発明の属する技術分野〕本発明は、大量の情報を迅速かつ正確に格納するための情報記録媒体にかかり、特に、高性能かつ高信頼性を有する磁気ディスクの製造方法に関する。

## 〔0002〕

〔従来の技術〕近年の高度情報化社会の進展にはめざましいものがあり、各種形態の情報を統合したマルチメディアが急速に普及してきている。これを支える情報記録装置の1つに磁気ディスク装置がある。磁気ディスク装置は、記録密度を向上させつつ小型化が図られている。それと並行して、装置の低価格化が急速に進められている。

〔0003〕現在の磁気ディスク用の基板には、表面にNiPを形成したAl基板やガラス基板が用いられている。しかし、将来の低価格の磁気ディスク用の基板材料としては樹脂が有望である。樹脂基板は成型性に優れ、

20 予めピットなどの凹凸を形成しておき、その上に磁性膜を形成すると、基板の凹凸付近に磁場の不均一な部分が生じる。この基板上の凹凸をあらかじめ一定のパターンで形成しておき、これを検出することにより、位置決め信号に代表される各種の信号を得ることができる。

〔0004〕従来は、完成した磁気ディスクに、一枚一枚サーボトラックライターを用いて位置決め信号を記録しており、この位置決め信号の記録工程がディスク装置を量産する際の障害となる場合があった。しかし、基板として樹脂基板を用い、予め基板に凹凸を形成しておくことにより、この課題を解決することができる。

〔0005〕ここで、磁気ディスクの高密度化を達成するためには、(1)磁気ディスクと磁気ヘッドとの距離をつめること、(2)媒体の保磁力を増大させること、(3)信号処理方法を工夫することなどが必須の技術である。前記した凹凸を有する樹脂基板を用いる場合、先の高密度化技術の中の、(1)の項目に対しては不利であった。これは、このような基板上に媒体を形成すると、基板上の凹凸を反映して、媒体表面に凹凸を生じるために、ヘッド-媒体間の距離を一定間隔以下にするには限界があるためである。

〔0006〕これに加えて、ガラス基板やAl基板と樹脂基板とでは、基板の有する表面エネルギーが異なる。その結果、樹脂基板上に形成される磁性膜が、エピタキシャル成長しないで、異常成長した結果、表面の凹凸を助長する場合があった。このような成長がディスクの所々で生じると、磁気ヘッドと磁性膜の間の距離を長くしなければならない。もし、高密度記録再生のために磁気ディスクと磁気ヘッドとの距離をつめると、ヘッドクラッシュを生じてしまい、安定して記録再生を行うことができない。なお、磁性膜の結晶性を制御して形成する從

来の方法としては、特開昭 63-187414 号公報がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】樹脂を基板に用いて磁気ディスクを作製する場合、形成した磁気記録媒体の有する内部応力により基板表面に凹凸が生じる場合があり、こうして作製された磁気ディスクを磁気ディスク装置に組み込んでリード／ライトを行うとヘッドクラッシュを生じる場合があった。樹脂基板上に形成した磁性膜の結晶性は、ガラス基板や表面に NiP 層を形成した A1 基板上に形成した磁性膜より劣化していた。この原因は、磁性膜の成長とともに（膜表面に向かうにつれて）粒子サイズが大きくなり、かつ、成長速度が不均一になるため、成長が早い部分では表面が凸になり、逆に遅い部分では表面が凹になるためと考えられる。また、これと同時に、樹脂基板の表面も磁気記録媒体の内部応力により、ミクロンサイズ以下の周期の凹凸を生じる。

【0008】さらに、これとは別に、磁気記録膜成膜前から、成型条件により樹脂基板表面に数十から数百ミクロン以上の周期の凹凸を生じている場合がある。この基板上に磁気記録膜を成膜して得た磁気ディスクを磁気ディスク装置にセットして動作させると、磁気記録膜の形成過程で生じた凹凸や基板の凹凸により、ヘッドクラッシュを生じる場合があった。磁気ディスクの記録密度を向上させるためには磁気ヘッドと磁気ディスクとの距離を短くすることが有効であるが、媒体表面に凹凸が存在していると、ヘッドクラッシュを回避しなければならないために、磁気ヘッドと磁気ディスクの距離を短くすることができない。また、磁気ディスクの表面に凹凸があると、磁気ヘッドが安定に浮上できないため、記録や再生に際してノイズやエラーが増大する。

【0009】さらに、磁性膜を形成する場合、磁性膜形成面に凹凸が存在していると、磁性膜が結晶成長する際に異常成長を起こすために、媒体表面の凹凸がさらに助長される場合もある。樹脂基板では基板表面を鏡面仕上げすることが困難で、基板作製の面からは凹凸の除去には限界があるとともに、基板表面の凹凸を完全に除去しようとすると量産性の障害になる。

【0010】このように、樹脂基板上に磁気記録媒体を形成すると、薄膜が異常成長をするので、性能の劣化や信頼性の低下をきたすという問題がある。上記の公知例では、樹脂基板に固有のこのような問題点について、開示されていなかった。

【0011】本発明は、このような従来技術の問題点に鑑みてなされたもので、樹脂基板上に形成される磁性膜の異常成長を抑制し、安定した記録再生を行うことのできる高信頼性磁気ディスク及びその製造方法を提供することを目的とする。また、本発明は、表面（磁気ヘッドの接触面）の平坦性に優れた磁気ディスクを提供することにより、媒体とヘッド間の距離（ヘッド浮上量）を短

くしてもヘッドクラッシュやサーマルアスペリティを生じることのない、高密度記録が可能な高性能な磁気ディスク装置を提供することをも目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明では、樹脂基板上に金属の薄膜をコーティングした後に、磁気記録膜を形成する。ここで用いる金属薄膜は、結晶構造が bcc あるいは hcp である金属元素により形成する。具体的には、この金属のコーティング用の金属元素として、Ti, Ta, Zr, Nb, W, Mo のうちより選ばれる少なくとも 1 種類の元素を用いる。この金属のコーティング膜は、金属薄膜の組織が微粒子もしくは非晶質に近い構造であることが好ましい。

【0013】こうして、本発明によると、樹脂基板上に少なくとも、金属の薄膜と、配向性制御膜と、磁気記録膜と、保護膜とが、この順序で形成されていることを特徴とする磁気ディスクが得られる。

【0014】金属のコーティング膜を樹脂基板表面に形成することにより、磁気記録膜の結晶成長を制御でき、形成される結晶粒子のサイズ及び磁気記録媒体の表面の凹凸を制御できる。その結果、磁気ディスクの表面の凹凸を、膜面に垂直方向に 5 nm - p 以下、膜面に平行方向に周期 1 μm 以上に抑制することが可能となる。これにより、磁気ヘッドがディスク上を安定して飛行することができる。

【0015】このように、磁気記録媒体を平坦化できるのは、金属コーティング膜を形成した後に磁気記録膜を作製すると、磁性膜の結晶成長を制御できるからである。配向性制御膜を介して磁気記録膜を形成すると、膜構造の制御性をさらに向上させることができる。

【0016】この効果は、金属コーティング膜を形成することで、その表面エネルギーがガラス基板あるいは表面に NiP 層を形成した A1 基板の表面エネルギーと同等になるために得られる。したがって、樹脂基板上に表面エネルギーを制御するための膜を設けた後に、金属コーティング膜を形成し、その上に磁気記録膜を形成すると、磁気記録膜の制御性がさらに向上する。樹脂基板の表面エネルギーを制御するための制御膜としては、無機化合物の誘電体からなる膜を用いることができる。具体的には、窒化シリコン、酸化シリコン、酸化アルミニウム、酸化クロム、窒化チタン、窒化タンタルのうちから選ばれる少なくとも 1 種類の材料層を用いればよい。

【0017】こうして、本発明によると、樹脂基板上に少なくとも、無機化合物の誘電体からなる表面エネルギー制御膜と、金属の薄膜と、配向性制御膜と、磁気記録膜と、保護膜とが、この順序で形成されていることを特徴とする磁気ディスクが得られる。

【0018】あるいは、樹脂基板の表面にエポキシ系樹脂、紫外線硬化型樹脂、ポリイミド系樹脂等の樹脂から

なる膜を設けた後に、金属コーティング膜を形成し、その上に磁気記録膜を形成してもよい。金属コーティング膜や表面エネルギー制御膜は、樹脂基板から滲出していく腐食成分が磁気記録媒体中に拡散するのを防ぐ役割も果たす。

【0019】前述したように、表面を金属コーティングした樹脂基板上に形成する磁気記録媒体は、配向性制御膜、磁性膜、保護膜の3つの部分からなり、この順序で樹脂基板上に形成したものであることが好ましい。

【0020】配向性制御膜としては、Crを主体とする合金を用い、Crに固溶し、かつ、Crとイオン半径の異なる金属元素を添加した合金膜を用いることができる。添加する元素は、Ti, Ta, Mo, W, Al, V, Zr, Nb, Ni, Mnのうちより選ばれる少なくとも1種類の元素とすることができる。この配向性制御膜を2層構造とし、段階的に格子面間隔を変化させ、最も磁気記録膜に近い層の格子面間隔が磁性膜の格子面間隔に最も近い値となるように合金組成を制御してもよい。この場合、第1層目はCr、第2層目をCr合金としてもよい。配向性制御膜を1層とするか2層とするかは、用いる磁性膜の組成や材料により決定される。制御の結果、格子面間隔の差が、10%以内であるように制御すればよい。

【0021】磁気記録用の磁性膜は、Coを主体とし、これに、Ta, Pt, Cr, Ti, Ni, Nbのうちより選ばれる少なくとも2種類あるいは3種類の元素を含み、さらに優位には、磁性膜がX線的に結晶質である膜であることが好ましい。あるいは、Co単体あるいは、CoにTa, Pt, Cr, Ti, Ni, Nbのうちより選ばれる少なくとも2種類あるいは3種類の元素を含んだ合金に、窒化シリコン、窒化アルミニウム、酸化シリコン、酸化アルミニウム、窒化チタンのうちより選ばれる少なくとも1種類の化合物を分散させるか、または、窒化シリコン、窒化アルミニウム、酸化シリコン、酸化アルミニウム、窒化チタンのうちより選ばれる少なくとも1種類の化合物の中に、Co単体あるいはCoにTa, Pt, Cr, Ti, Ni, Nbのうちより選ばれる少なくとも2種類あるいは3種類の元素を含んだ合金を分散させた磁性膜を用いてもよい。

【0022】保護膜としては、C, WC, TiC, TaC, NbCのうちより選ばれる少なくとも1種類の化合物を用いることが好ましい。保護膜の作製は、窒素含有雰囲気で行ってもよい。これにより、膜を構成する粒子が微細化するので、薄くしても保護性能の高い膜が得られる。

【0023】樹脂基板上にこれらの膜を形成する際には、樹脂基板の軟化温度以下の温度で成膜しなければならないことは言うまでもない。また、上記の磁気記録媒体の中で、特に、磁気記録用の磁性膜を作製するのに、成膜時に、磁気ディスク用の樹脂基板に対して、バイア

ス電圧を印加して作製することが好ましい。このようにして作製した磁気ディスクを、磁気ディスク駆動手段、磁気ヘッド、磁気ヘッド駆動手段、信号処理回路等からなる磁気ディスク装置に組み込むことで、高性能かつ高信頼性の磁気ディスク装置を得ることができる。

【0024】樹脂基板上に磁気記録媒体の作製を行うスパッタリング法としては、マイクロ波、高周波、あるいは、直流のうちより選ばれる少なくとも1種類のエネルギーにより、放電ガスを加速することが好ましい。用いる放電ガスは、Ar, He, Kr, Xe, Neのうちより選ばれる少なくとも1種類のガスとすることができる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について具体的に説明する。

【実施例1】図1に断面模式図を示す磁気ディスクを作製した。磁気ディスク用の樹脂基板1として、アモルファスボリオレフィン(APO)基板を用いた。ディスク基板1のサイズは直径3.5インチであり、基板表面は平坦である。APO基板1上には、金属コーティング膜2、配向性制御膜3、磁性膜4、保護膜5がそれぞれスパッタ法によって積層して成膜されている。

【0026】次に、磁気ディスクの作製方法について説明する。成膜に先立って、APO基板1を70℃で1時間、真空中でベーキングした。これは、樹脂基板中に含まれている水分や空気を除去することにより、基板上に形成される膜の諸特性を安定化するためである。

【0027】ベーキングしたAPO基板1上に、金属コーティング膜2として、チタン膜をスパッタ法により作製した。ターゲットに純Tiを、放電ガスにArガスを使用した。投入DC電力密度は1000W/150mmφ、放電ガス圧力は2mTorrである。膜厚は、10nmである。この膜の結晶構造をX線回折法により調べたところ、 $2\theta = 44^\circ$ 付近に非常にブロードなピークが観測されただけあり、X線的に非晶質であった。

【0028】金属コーティング膜2上に、磁性膜の配向性制御膜3として、Cr<sub>30</sub>Ti<sub>70</sub>合金膜を75nmの膜厚に形成した。配向性制御膜3は、ターゲットにCr<sub>30</sub>Ti<sub>70</sub>合金を、放電ガスに純Arガスを使用して、スパッタ法により形成した。スパッタの条件は、投入DC電力密度が1000W/150mmφ、放電ガス圧力が30mTorrである。

【0029】その上に、磁気記録用の磁性膜4としてCo<sub>44</sub>Cr<sub>12</sub>Pt<sub>12</sub>合金膜を20nmの膜厚に形成した。ここで、スパッタ中は基板をAPO樹脂の軟化温度以下の温度である80℃に加熱した。磁性膜の成膜に当たっては、ターゲットにCo<sub>44</sub>Cr<sub>12</sub>Pt<sub>12</sub>合金を、放電ガスに純Arガスを使用し、スパッタの条件は配向性制御膜3の成膜時と同じにした。

【0030】磁性膜4のX線回折プロファイルを測定し

たところ、図2に示すようにCrの(110)が強く配向していることがわかった。一方、APO樹脂基板1上に金属コーティング膜2を形成しないと、図2に比較例として示すように、Crの(110)のピークがブロードであり、しかも、ピーク強度も弱いので、結晶配向性が悪いことがわかる。このように、樹脂基板1上に金属コーティング膜2を形成してから配向性制御膜3及び磁性膜4を形成すると、CrTi合金及び磁性膜の配向性を大きく向上させることができる。

【0031】さらに、磁性膜4の結晶粒子の粒径分布の標準偏差 $\sigma$ は、金属コーティング膜2があると5以下になるが、金属コーティング膜がない場合には15以上と大きくなる。そのため、樹脂基板1に金属コーティング膜2を形成し、その上に配向性制御膜3及び磁性膜4を形成することにより、磁気ディスクの再生信号におけるノイズの低減に効果がある。

【0032】最後に、保護膜5として、カーボン膜を10nmの膜厚に形成した。スパッタの条件は、投入DC電力密度が1000W/150mm $\phi$ 、放電ガス圧力が3.0mTorrである。ここでは、スパッタガスにArを使用したが、窒素を含むガスを用いてもよい。その場合には、粒子が微細化するために、得られる膜が緻密化し、保護性能を向上させることができる。

【0033】このようにして作製した磁気ディスク上に潤滑剤を塗布した後に、磁性膜の磁気特性及び磁気ディスクとしての特性を評価した。作製した磁性膜の磁気特性は、保磁力が2.5kOe、Isvが $2.5 \times 10^{-16}$ emu、M-Hヒステリシスにおけるヒステリシスの角型性の指標のSが0.8、S $\dagger$ が0.9であり、良好な磁気特性を有していた。また、X線回折によると、Coの(101)面が強く配向していることがわかる。一方、金属コーティング膜2の無い磁気記録媒体では、保磁力が1.5kOeと著しく小さく、配向性もCoの(101)面の優先配向性が金属コーティング膜2を有するディスクより低下していた。

【0034】作製した磁気ディスクのS/Nを評価したところ、38dBであった。このS/Nは、記録面密度3GB/inch $^2$ に相当する信号を記録した場合のものである。このディスクの欠陥レートを測定したところ、信号処理を行わない場合の値で、 $2 \times 10^{-1}$ 以下であった。これに対して、金属コーティング膜を形成しないで作製したディスクの欠陥レートは $6 \times 10^{-1}$ と1桁以上大きかった。磁気ディスクの断面をSEM観察したところ、このように記録できない部分には微小な異物が付着していた。

【0035】金属コーティング膜を設けないで作製した磁気ディスクと金属コーティング膜を設けた磁気ディスクとの間には、記録、再生特性に違いが見られた。特に、ノイズレベルが、金属コーティング膜を設けない場合には、設けた場合より3dB高かった。これは、磁気

ヘッドが安定して浮上できないためである。

【0036】そこで、磁気ヘッドの浮上量を30nmにしてディスクを回転させたところ、本発明による磁気ディスクは3600rpmで1000時間以上回転させてもヘッドクラッシュを生じることなく、安定に記録再生を行うことができた。これに対して、金属コーティング膜を形成しないで作製した比較用の磁気ディスクでは、5~20時間でヘッドクラッシュが発生した。この原因をSEMによる断面観察で調べたところ、比較用の磁気ディスクは表面に凹凸ができるおり、この凹凸のためにクラッシュが生じたと考えられる。

【0037】図3は、磁気ディスク断面の結晶組織を示すSEM写真と、その説明のための模式図である。図3(a)は樹脂基板の上に金属コーティング膜を設けた本発明による磁気ディスクの断面を表し、図3(b)は金属コーティング膜を設けない比較例の磁気ディスクの断面を表す。樹脂基板1上に金属コーティング膜2を設けてから配向性制御膜3及び磁性膜4を形成すると、図3(a)に示すように基板1と垂直方向に磁性膜4の柱状組織が成長しており、基板と平行方向への成長は見られない。すなわち、結晶粒子サイズが膜厚により変化していない。

【0038】一方、樹脂基板1上に金属コーティング膜を設けない場合、図3(b)の比較例に示すように、基板1と平行方向への成長が見られ、粒子サイズが磁性膜厚や配向性制御膜の膜厚により変化する。その結果、粒径分布の幅が大きくなり、遷移領域の磁区形状が乱れるため、この膜を用いて記録再生を行うとノイズレベルが大きく増大すると考えられる。

【0039】また、金属コーティング膜2の表面エネルギーを濡れ角で評価したところ、金属コーティング膜2の濡れ角はガラス表面の濡れ角と同じであった。ガラスとAPOとでは濡れ角が異なっているために、従来のガラス基板に対しては良好に成膜できた配向性制御膜や磁性膜でも、APO基板上に直接成膜すると異常成長する部分が生じることがある。実際、APO基板上に直接磁性膜等を成膜して磁気ディスクを作製したところ、基板表面に凹凸が存在していない平坦な領域上で垂直方向に平均で50nmppの凹凸が存在しており、その水平方向の周期も約100nmであった。この凹凸を有するディスクに潤滑剤を塗布して、磁気ディスク装置として組み立てて動作させたところ、動作とほぼ同時にヘッドクラッシュを生じ、記録や再生ができなくなった。

【0040】このような現象は、ガラス基板を用いた場合には見られないものである。このように、APO基板を用いて金属コーティング膜を設けることなく、直接磁気記録膜を作製した場合のみに磁性膜に異常成長が生じるのは、樹脂基板の表面エネルギーがガラス基板の場合と異なるためである。本発明によると、表面エネルギーがガラス基板と同じである金属コーティング膜上に配向

制御膜や磁性膜を設けたため、樹脂基板を用いても異常成長を抑制でき、表面が平坦な磁性膜を形成できたものと考えられる。

【0041】この金属コーティング膜2には、配向性制御膜や磁性膜の異常成長の抑制作用に加えて、導電性があるので帯電防止作用がある。これは、スパッタのフレークの吸着防止に効果がある。加えて、金属コーティング膜2には、基板を介して侵入してくる水や、その水がキャリアとなって運んでくる樹脂基板1中に残留している重合開始剤等の腐食成分を遮断する効果もある。

【0042】基板上に金属コーティング膜を形成することは、樹脂基板の他にガラスのような導電性を有していない基板に対しても有効であり、特に帯電しやすい樹脂基板に対して最も効果が大きい。

【0043】ここでは、樹脂基板の表面をTiでコーティングした例について説明した。しかし、Ti以外にも、Ta, Zr, Nb, W, Moなどのbccやhcpなどの結晶構造を有する金属によって樹脂表面をコーティングしても同様の効果が得られる。

【0044】【実施例2】図4に断面構造を模式的に示す磁気ディスクを作製した。磁気ディスク用の樹脂基板1として、APO基板を用いた。ディスク基板1のサイズは、直径3.5インチであり、基板表面は平坦である。基板1上に、金属コーティング膜2、第1及び第2の配向性制御膜6, 7、磁性膜4、保護膜5がそれぞれスパッタ法によって積層して成膜されている。

【0045】次に、磁気ディスクの製造方法について説明する。成膜に先立って、基板1を70°Cで1時間、真空中でベーキングした。これは、樹脂基板中に含まれる水分や空気を除去することにより、基板上に形成される膜の諸特性を安定化するためである。

【0046】ベーキングしたAPO基板1上に、金属コーティング膜2として、ジルコニウム膜をスパッタ法により作製した。ターゲットに純Zrを、放電ガスにArガスを使用した。投入DC電力密度は1000W/150mmφ、放電ガス圧力は2mTorrである。膜厚は、10nmである。この膜の結晶構造をX線回折法により調べたところ、 $2\Theta = 44^\circ$ 付近に非常にブロードなピークが観測されただけであり、X線的に非晶質であった。

【0047】金属コーティング膜2上に、磁性膜4の第1の配向性制御膜6として、Cr膜をスパッタ法により50nmの膜厚に形成した。ターゲットはCr、スパッタガスはArである。また、スパッタの条件は、投入DC電力密度が1000W/150mmφ、放電ガス圧力が30mTorrである。次に、第2の配向性制御膜7として、Cr<sub>10</sub>Ti<sub>10</sub>合金膜をスパッタ法により25nmの膜厚に形成した。ターゲットにCr<sub>10</sub>Ti<sub>10</sub>合金を、放電ガスに純Arガスを使用した。スパッタの条件は、投入DC電力密度が1000W/150mmφ、放

電ガス圧力が30mTorrである。

【0048】その上に、磁気記録用の磁性膜4としてCo, Cr, Ta<sub>10</sub>合金膜を20nmの膜厚に形成した。ここで、スパッタ中は基板をAPO樹脂の軟化温度以下の温度である80°Cに加熱した。ターゲットにはCo, Cr, Ta<sub>10</sub>合金を、放電ガスには純Arガスを使用した。スパッタの条件は、配向性制御膜6, 7の成膜時と同じであり、配向性制御膜6, 7から磁性膜4まで同一条件で作製した。本実施例では、磁性膜にCoCrTa系を用いたので2層の配向性制御膜を用いた。

【0049】磁性膜4のX線回折プロファイルを測定したところ、先の実施例と同様に、Crの(110)が強く配向していることがわかった。金属コーティング膜2を形成しないと、Crの(110)のピークがブロードであり、結晶配向性が悪かった。このように、樹脂基板上に金属コーティング膜2を形成してから配向性制御膜6, 7及び磁性膜4を形成すると、Cr及びCr<sub>10</sub>Ti<sub>10</sub>合金及び磁性膜の配向性を大きく向上させることができる。

【0050】磁性膜4の結晶粒子の粒径分布の標準偏差σは、金属コーティング膜2があると5以下になるが、金属コーティング膜がない場合には15以上と大きくなっている磁気ディスクからの再生信号におけるノイズを増大させることができた。最後に、保護膜5として、カーボン膜を10nmの膜厚に形成した。スパッタの条件は、投入DC電力密度が1000W/150mmφ、放電ガス圧力が30mTorrである。

【0051】このようにして作製した磁気ディスク上に潤滑剤を塗布した後に、磁性膜の磁気特性及び磁気ディスクとしての特性を評価した。磁性膜の磁気特性は、保磁力が2.5kOe、Isvが $2.5 \times 10^{-16}$ emu、M-Hヒステリシスにおけるヒステリシスの角型性の指標のSが0.8、Stが0.9であり、良好な磁気特性を有していた。また、X線回折によると、Coの(101)面が強く配向していた。一方、金属コーティング膜2の無い磁気記録媒体では、保磁力が1.5kOeと著しく小さく、配向性もCoの(101)面の優先配向性が金属コーティング膜を有するディスクより低下していた。

【0052】作製した磁気ディスクのS/Nを評価したところ、38dBであった。このS/Nは、記録面密度3GB/inch<sup>2</sup>に相当する信号を記録した場合のものである。ノイズレベルは、金属コーティング膜を設けることによって設けない場合より3dB低くなかった。このディスクの欠陥レートを測定したところ、信号処理を行わない場合の値で、 $2 \times 10^{-1}$ 以下であった。また、磁気ヘッドの浮上量を30nmにしてディスクを回転させたところ、3600rpmで1000時間以上回転させてもヘッドクラッシュを生じることなく、安定に記録再生を行うことができた。

【0053】本実施例の磁気ディスクの断面をSEM観察したところ、図3(a)に示したと同様に、基板1と垂直方向に磁性膜4の柱状組織が成長しており、基板と平行方向への成長は見られなかった。すなわち、結晶粒子サイズが膜厚により変化しないことが確認できた。また、金属コーティング膜2の表面エネルギーを濡れ角で評価したところ、ガラス表面と同じであった。

【0054】ここでは、樹脂基板の表面をZrでコーティングした場合の例について説明したが、Zr以外にも、Ta, Ti, Nb, W, Moなどのbccやhcpなどの結晶構造を有する金属によって樹脂基板表面をコーティングしても同様の効果が得られる。

【0055】【実施例3】図5に断面構造を模式的に示す磁気ディスクを作製した。磁気ディスク用の樹脂基板1として、APO基板を用いた。基板1のサイズは直径3.5インチであり、基板表面は平坦である。APO基板1上には、表面エネルギー制御膜8、金属コーティング膜2、配向性制御膜3、磁性膜4、保護膜5がそれぞれスパッタ法によって成膜されている。本実施例では、スパッタ法としてマイクロ波を用いたECRスパッタ法を採用した。これは、ECRスパッタ法を用いると平坦な膜が得られるからである。特に、基板上に形成する第1層目をECRスパッタ法で形成すると、基板表面の凹凸状態によらずに平坦な膜が得られる。

【0056】磁気ディスクの作製方法について説明する。成膜に先立って、APO基板1を70°Cで3時間、真空中でベーキングした。その後、APO基板1上に、表面エネルギー制御膜8として、窒化シリコン膜を作製した。ターゲットに窒化シリコンを、放電ガスに純Arガスをそれぞれ使用した。投入マイクロ波(周波数: 2.45GHz)の電力は1kW、放電ガス圧力は10mTorrである。窒化シリコン膜の膜厚は、30nmである。この膜の結晶構造をX線回折法により調べたところ、 $2\Theta = 44^\circ$ 付近に非常にプロードなピークが観測されただけであり、X線的に非晶質であった。

【0057】これに引き続き、金属コーティング膜2として、Ti膜を10nmの膜厚に形成した。ターゲットにTiを、放電ガスに純Arガスを使用した。また、スパッタの条件は、投入DC電力密度が1000W/150mmφ、放電ガス圧力が30mTorrである。次に、磁性膜の配向性制御膜3として、Cr<sub>30</sub>Ti<sub>70</sub>合金膜を100nmの膜厚に形成した。ターゲットにCr<sub>30</sub>Ti<sub>70</sub>合金を、放電ガスに純Arガスを使用した。投入マイクロ波電力密度は1000W/150mmφ、放電ガス圧力は30mTorrである。

【0058】その上に、磁気記録用の磁性膜4としてCo<sub>40</sub>Cr<sub>10</sub>Pt<sub>10</sub>合金膜を20nmの膜厚に形成した。ターゲットにCo<sub>40</sub>Cr<sub>10</sub>Pt<sub>10</sub>合金を、放電ガスに純Arガスを使用した。スパッタの条件は、配向性制御膜3の成膜時と同じである。スパッタ中は基板を軟化温度

10

20

30

40

50

以下の温度である80°Cに加熱した。この膜のX線回折プロファイルを測定したところ、先の実施例と同様に、Crの(110)が強く配向していることがわかった。表面エネルギー制御膜8及び金属コーティング膜2を形成していないと、Crの(110)のピークがプロードで、ピーク強度も弱く、結晶配向性が悪いことがわかる。

【0059】このように、表面エネルギー制御膜及び金属コーティング膜を樹脂基板上に形成すると、CrTi合金及び磁性膜の配向性を大きく向上させることができる。なお、表面エネルギー制御膜8を設けることで、金属コーティング膜2だけの場合よりCrTi合金及び磁性膜4の結晶粒子の粒径分布の標準偏差σは、表面エネルギー制御膜8及び金属コーティング膜2を用いると5以下になるが、用いない場合は15以上と大きくなつた。

【0060】最後に、保護膜5として、カーボン膜を10nmの膜厚に形成した。スパッタの条件は、投入マイクロ波電力密度1000W/150mmφ、放電ガス圧力30mTorrである。

【0061】このようにして作製した磁気ディスク上に潤滑剤を塗布した後に、磁性膜の磁気特性及び磁気ディスクとしての特性を評価した。磁性膜の磁気特性は、保磁力が2.5kOe、熱安定性を表す指標であるIsvが $2.5 \times 10^{-16}$ emu、角形比の指標であるSが0.8、Stが0.9であり、良好であった。X線回折によると、Coの(101)面が強く配向していた。この磁気ディスクのS/Nを評価したところ、38dBであった。また、表面エネルギー制御膜8及び金属コーティング膜2の無い磁気ディスクでは、保磁力が1.5kOeと著しく小さかった。

【0062】上記の磁気ディスクを実施例1と同様のディスクドライブにセットして評価したところ、磁気ヘッドの浮上量を35nmまで低下させてもヘッドクラッシュを生じること無く1000時間以上安定に記録再生でき、実施例1の場合とほぼ同様の結果を得ることができた。

【0063】この例は、金属コーティング膜2の膜厚が10nmの場合であるが、この膜厚を3nm、5nm、20nm、55nmと変化させた磁気ディスクを作製した。その結果、膜厚3nm、5nm及び20nmの場合は、金属コーティング膜を設けない場合と大きな違いは見られなかった。一方、膜厚を55nmとした場合には、金属コーティング膜を設けない場合よりも表面凹凸が大きくなつた。そして、ディスクの記録再生試験を行ったところ、10時間程度でヘッドクラッシュし、記録再生できなくなつた。

【0064】ここでは、表面エネルギー制御膜として窒化シリコン膜を用いた例について説明したが、窒化シリコンに代えて窒化アルミニウム、酸化シリコン、酸化ア

ルミニウム、窒化チタン、酸化クロムのうちより選ばれる少なくとも1種類の化合物を用いても同様の効果が得られる。また、これらの誘電体膜にTiをはじめTa, Mo, W, Al, V, Zr, Nb, Ni, Mnのうちより選ばれる少なくとも1種類の元素を添加してもよい。これらの金属元素を添加すると、導電率を容易に増大させることができると同時に、磁気記録媒体の保護性能を向上させることができる。その結果、基板の帶電を抑制できると同時に、腐食成分の捕獲効果が増大する。

【0065】本実施例では、磁性膜及び保護膜をECRスパッタ法により作製したが、磁性膜を形成した時点で十分な平坦性が確保できているので、保護膜はRFやDCスパッタ法により作製しても良い。

【0066】

【発明の効果】本発明によると、樹脂基板を用いた磁気ディスクの表面凹凸を抑制できるので、ヘッドクラッシュやサーマルアスペリティを抑制でき、磁気ディスクの信頼性を大きく向上させることができる。また、磁性膜の結晶粒子の粒径分布を制御できるので、S/N向上、特にノイズを低減することができる。さらに、樹脂基板の帶電を防止でき、静電気による異物の付着を抑制でき

る。その結果、ディスクに記録できない欠陥領域の低減やヘッドクラッシュの発生を抑制できる。そして、樹脂基板を用いながら磁気ヘッドの浮上量をガラスやAlの基板等と同様の40nm以下とすることができますので、高密度磁気記録が可能な磁気ディスクを安価に供給できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による磁気ディスクの一例の断面構造を示す模式図。

【図2】磁気記録媒体の構造を示すX線回折プロファイルの図。

【図3】磁気記録媒体の断面結晶組織を示す模式図。

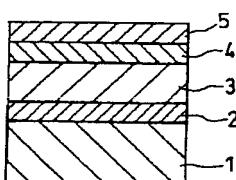
【図4】本発明による磁気ディスクの他の例の断面構造を示す模式図。

【図5】本発明による磁気ディスクの他の例の断面構造を示す模式図。

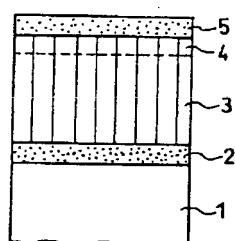
【符号の説明】

1…樹脂基板、2…金属コーティング膜、3…配向性制御膜、4…磁性膜、5…保護膜、6…第1の配向性制御膜、7…第2の配向性制御膜、8…表面エネルギー制御膜

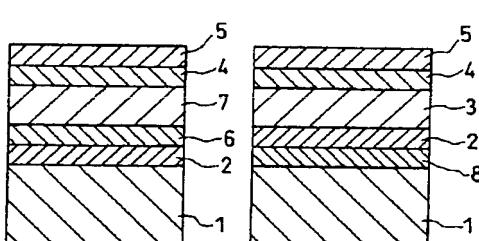
【図1】



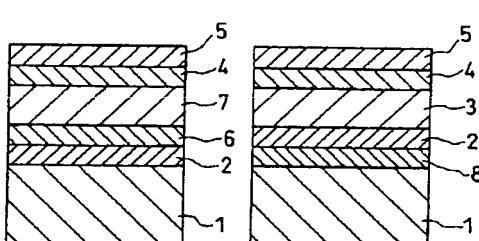
【図2】



【図4】



【図5】



実施例



(a)

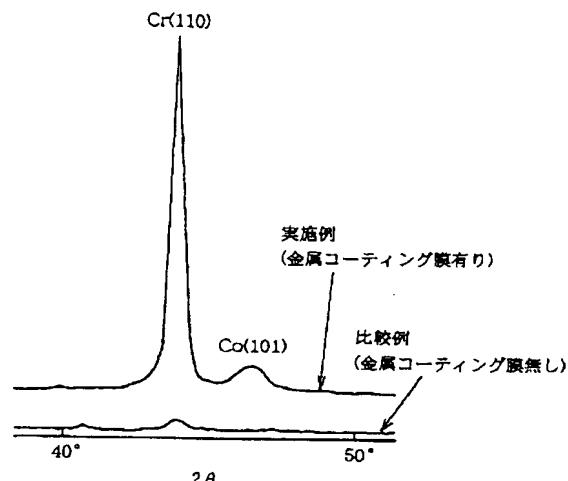
比較例



(b)

100nm

【図 3】



## 【手続補正書】

【提出日】 平成 9 年 7 月 18 日

## 【手続補正 1】

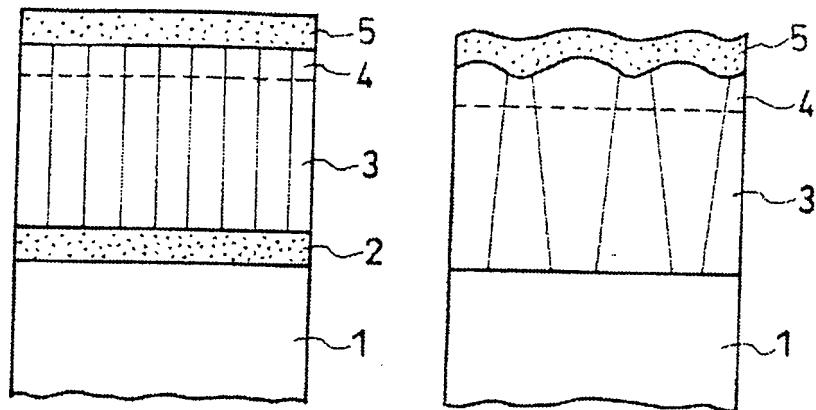
【補正対象書類名】 図面

【補正対象項目名】 図 2

## 【補正方法】 変更

## 【補正内容】

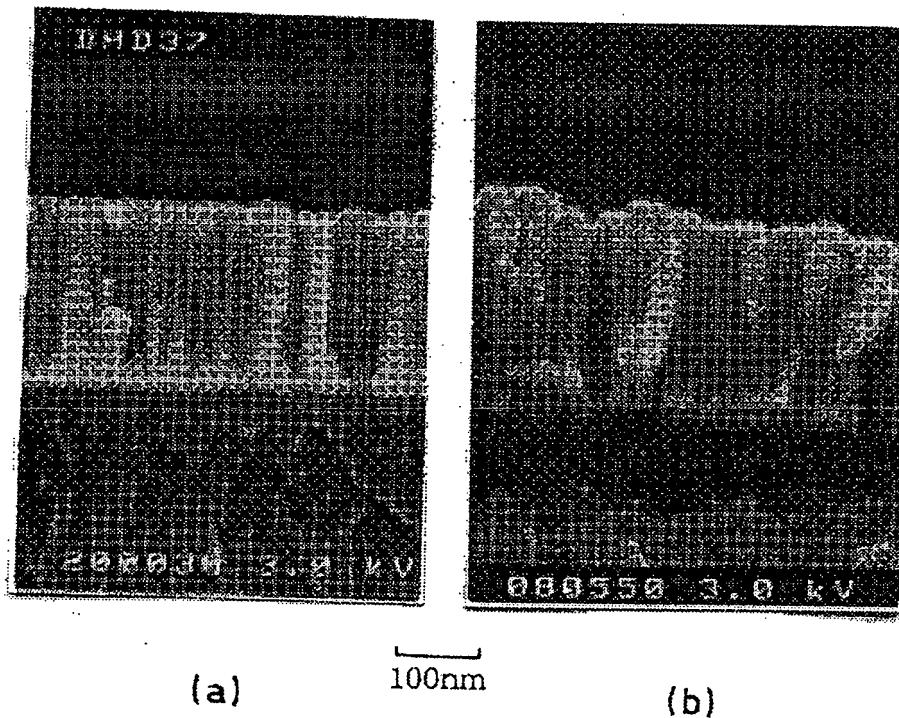
【図 2】



図面代用写真

実施例

比較例



フロントページの続き

(72)発明者 赤城 協

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 小磯 良嗣

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 二本 正昭

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内